

B í r á l a t

Petrik Péter MTA doktori értekezéséről

Az értekezés címe: Spektroellipszometria a mikroelektronikai rétegminősítésben

A dolgozat 92 oldal terjedelmű, amelyet 12 oldalas, 157 tételből álló irodalomjegyzék egészít ki. Az értekezésben 76 ábra és 16 táblázat található. Az ábrák és a táblázatok világosak és érthetőek. Az irodalomjegyzék jól fedi le a kapcsolódó, korszerű ismereteket. A dolgozat kellően tömör, illeszkedik a jelölt korábbi PhD értekezésének témaköréhez.

Az MTA doktori követelményinek megfelelően a jelölt értekezésében bizonyítja, hogy a korábbi PhD értekezésben közölt eredményeihez képest újabb tudományos eredményeket ért el. A jelölt azt is bemutatja, hogy vizsgálódásai körét bővítette az ellipszometria körében. E vizsgálódási kört jelentősen meghatározta azon ipari megbízások jellege, amelyek az intézeti munkáját azóta jelentették.

A bíráló készítésénél vizsgálni kell, hogy a tézisekben foglalt újabb tudományos eredmények mennyire jelentősek.

A dolgozat felépítése pontosan követi téziseinek szerkezetét, emiatt a bírálónak lehetősége van a dolgozatról alkotott véleményét és a tézisek értékelését együttesen végezni.

Részletes bíráló:

Az ellipszometria jelentősége manapság valóban a modellezési módszerek fejlődése révén érhető tetten. Ezen belül az anyag- és rétegszerkezetek modellezése a probléma. A dolgozatban bemutatott eredmények is elsősorban modellfejlesztési jellegűek. A mélységprofilozás, a nanokristályos félvezetők, az ultra vékony rétegek vizsgálata, a vegyület-félvezetők ionimplantációja valamint az összetett dielektrikum rétegek vizsgálata megoldatlan problémákat vetnek fel a mikroelektronikában és más területeken is. Ma már az ellipszometria a felület közeli rétegek vastagságát nanométeres érzékenységgel képes vizsgálni.

A *mélység-profilozás* témakörén belül a Fried Miklós által kidolgozott optikai modellek továbbfejlesztése értékes eredményre vezetett, mivel az jobb illesztést ad, gyorsabban és pontosabban meghatározható szerkezetet képes analizálni, ennek ellenére nem tekinthető áttörő, új tudományos eredménynek. Ha valamit, amely korábban ismert volt most gyorsabban és pontosabban tudunk elvégezni, az ugyan újabb műszaki eredmény, de originális tudományos értéke vitatható. Ez a kérdés a mennyiségi és minőségi változások analógiájával közelíthető meg.

Elfogadom viszont azt az eredményt, hogy 100 keV alatti energiájú He^+ ionok esetén nem lehet a nehezebb ionoknál használt egyprofilos optikai modellt használni, hanem dupla, egymást átlapoló roncsoltsági és üreg profilokat is figyelembe vevő modellre van szükség. Azt is elfogadom, hogy a He^+ ionokkal roncsolt, főként ponthibákat tartalmazó szerkezet dielektromos függvénye leírható az Adachi-féle modellel.

Eredménynek tekinthető, ha valaki egy ismert módszert kiterjeszt más esetekre is. Ezért a Lohner Tivadar modelljének „stain etching” eljárással készült porózus szilícium vizsgálatára vonatkozó alkalmazását új tudományos eredménynek fogadom el. A *nanokristályos félvezető parametrizálása* terén új eredménynek tekintem azt is, hogy a spektroszkópiai ellipszometriával a szemcse szerkezet is mérhető – a jelölt bizonyított állítása szerint.

Az *ultra vékony rétegek modellezése* terén új eredmény annak kijelentése, hogy az ellipszometria alkalmas nanométernél vékonyabb oxid rétegek vastagságának meghatározására. A jelölt megmutatta, hogy több mintán mért spektrum sorozatok egyszerre való illesztésével és a közös paraméterek csatolásával a határréteg és a felületi nanoérdesség vastagsága egyszerre meghatározható, ezt tudományos eredménynek fogadom el.

A *széles tiltott sávú félvezetők ionimplantációja* terén figyelemre méltó eredmény az, hogy a jelölt megcáfolt egy korábbi nézetet: Az RBS módszer felülbecsülte a roncsoltságot. Ezzel szemben a jelölt bebizonyította, hogy az ellipszometria viszont ki tudja mutatni a roncsoltság valódi mértékét. Ezt új tudományos eredménynek fogadom el. A jelölt új eljárásokat dolgozott ki az ionimplantáció során bekövetkező folyamatok szimulációjára is.

A *dielektrikum vékony rétegek modellezése* terén a jelölt különböző hőmérsékleten leválasztott vékony rétegek optikai tulajdonságait egyetlen réteggel történő modellel is le tudta írni, amelyet új tudományos eredménynek fogadok el. Az is új eredmény, hogy fémorganikus kémiai gőzfázisú rétegleválasztással készült bizonyos rétegek törésmutatója leírható az Adachi-féle parametrizálással. Szintén új eredmény annak bizonyítása, hogy impulzus üzemű inverz-lézeres leválasztással előállított CN_x rétegek dielektromos függvénye leírható a Tauc-Lorentz parametrizálással.

Vélemény a tézisekről:

A jelölt által a dolgozat fejezeteiben bemutatott eredmények bizonyítják, hogy az ellipszometriai modellezés területén jelentős további munkásságot végzett, ezzel a terület átfogó tudományos művelőjévé vált. Tézisei ugyan inkább ezen – ipari megbízásokra végzett - munkásság bemutatását tartalmazzák, mégis mindegyik területen a részletes bírálóban foglaltaknak megfelelő új tudományos eredményeket lehetett identifikálni, ezért mind az öt tézist elfogadom.

Kérdések a jelölthöz:

1. A nanokristályos félvezetők terén milyen újabb eredményei vannak CVD leválasztással, hőkezeléssel és oxidálással?
2. Ismertessen példákat a dolgozatban közölt eredmények szenzorika terén lehetséges alkalmazására vonatkozóan!

Nyilatkozatok:

Az értekezésben megjelenített adatokat és eredményeket hitelesnek, bizonyítottnak tekintem.

Mind az öt tézist új tudományos eredménynek fogadom el.

A doktori művet nyilvános vitára alkalmasnak tartom.

Budapest, 2015. augusztus 30.

Dr. habil Ábrahám György

az MTA doktora